

формулами (2), (3) при відповідних коефіцієнтах надійності та умов роботи, представлених у таблиці.

1.Губій М.М., Ахметнабієв Р.М. Проекування ремонту й підсилення будівель та споруд із застосуванням сучасних матеріалів і технологій. – Харків: „Тимченко”, 2007. – 192 с.

2.Офіційний сайт компанії HILTI: <http://www.hilti.ru>.

3.Офіційний сайт компанії FISHER: <http://www.fischerwerke.ru>.

4. Офіційний сайт компанії MUNGO: <http://www.mungo.ru>.

5.Губій М.М., Коваленко О.С., Піскун В.А. Визначення несучої здатності розпірних анкерів для кріплення елементів зовнішнього утеплення будівель // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.12. – Рівне: НУВГП, 2005. – С.407-413.

6.Губій М.М., Коваленко О.С. Застосування розпірних анкерів для монтажного з'єднання елементів підсилення стін багатоповерхового пташника // Современные строительные конструкции из металла и древесины: Сб. науч. тр. Ч.1. – Одесса: ОГАСА, 2006. – С.104-109.

7.Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988. – С.64 – 86.

Отримано 09.04.2007

УДК 625.768.5

І.В.КІЯШКО, канд. техн. наук, Д.М.НОВАКОВСЬКИЙ, О.Ю.ПАРХОМЕНКО
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ДОРОЖНЬОЇ КОНСТРУКЦІЇ В МІСЬКИХ УМОВАХ

Наводиться метод визначення параметрів шарів дорожньої конструкції, що характеризують її несучу здатність.

Експлуатація міських доріг має суттєві відмінності в порівнянні з експлуатацією доріг загального користування. Значна неоднорідність конструкції дорожнього одягу, наявність великої кількості комунікацій суттєво ускладнює використання загальноприйнятих методів визначення міцності дорожньої конструкції. При ремонті дорожніх одягів нарощуванням шарів дорожньої конструкції за умови відсутності достатнього обсягу інформації щодо фактичного стану існуючого конструктиву може призвести до передчасного руйнування шарів підсилення. Недостатня інформативність показника загального модуля пружності дорожньої конструкції в таких випадках достатньо очевидна. Використання методів руйнівного аналізу параметрів дорожньої конструкції, що характеризують її несучу здатність має свої суттєві недоліки особливо в умовах завантажених міських доріг.

Таким чином, розробка та застосування нових методів неруйнівного аналізу параметрів дорожньої конструкції, що характеризують її несучу здатність є достатньо актуальною задачею.

Припустимо, що зовнішня збуджуюча сила, що діє в деякій невеликій області поверхні дорожньої конструкції, має форму імпульсу. За законом Гука, в цій області утворюються також змінні в часі деформації, з якими пов'язане переміщення часток, що викликає зміну напружень в області простору, що оточує початкову область збудження. Під дією змінних напружень в середовищі виникають деформації, що змінюються в часі. Від області збудження в усіх напрямках поступово розповсюджується зміна початкового стану деформацій та напружень у вигляді імпульсу. Через конструкцію проходить так звана пружна хвиля.

Швидкість розповсюдження пружної хвилі залежить від пружних сталих та щільності матеріалу. Пружна поперечна хвиля, що пов'язана з деформацією зсуву, викликає коливання часток у напрямку, перпендикулярному до напрямку розповсюдження хвилі. Швидкість розповсюдження поперечної хвилі залежно від пружних властивостей та щільності середовища визначається співвідношенням:

$$V_s = \sqrt{\frac{E}{\sigma} \cdot \frac{1}{2(1 + \mu)}}, \quad (1)$$

де V_s – швидкість розповсюдження поперечної хвилі зсуву; E – модуль пружності; σ – щільність середовища; μ – коефіцієнт Пуассона.

Гradient збільшення модуля пружності для дорожньо-будівельних матеріалів значно вище за gradient росту щільності, тому визначаючий вплив на значення швидкості поперечної хвилі зсуву здійснює модуль пружності, а саме: швидкість збільшується пропорційно \sqrt{E} .

Відстань між суміжними максимумами амплітуд хвилі є переважаюча довжина хвилі, яка пов'язана з переважаючою частотою і швидкістю розповсюдження хвилі залежністю:

$$\lambda = V / f, \quad (2)$$

де λ – довжина хвилі; V – швидкість розповсюдження хвилі; f – частота.

Визначення параметрів поперечної хвилі зсуву неруйнівними методами достатньо ускладнене, тому для практичного застосування може бути використана залежність швидкості поперечної хвилі зсуву від швидкості поверхневої хвилі Релея:

$$V_s = V_R / 0,9, \quad (3)$$

де V_R , V_s – швидкості, відповідно, поверхневої хвилі Релея та хвилі

зсуву.

Поверхневі хвилі типу хвиль Релея розповсюджуються вздовж вільної (денної) поверхні елементів структури. Амплітуда хвиль Релея експоненціально затухає з віддаленням від поверхні. Товщина шару локалізації хвилі Релея залежить від довжини хвилі. На глибині, що дорівнює довжині поверхневої хвилі, щільність енергії в хвилі дорівнює 5% від щільності на поверхні.

$$H_R = (1,5 \dots 2) \cdot \lambda_R, \quad (4)$$

де H_R – товщина шару локалізації хвилі Релея; λ_R – довжина хвилі.

Таким чином, параметри розповсюдження поверхневої хвилі Релея безпосередньо залежать від товщини шарів дорожньої конструкції, щільності матеріалів шарів та їх пружних властивостей.

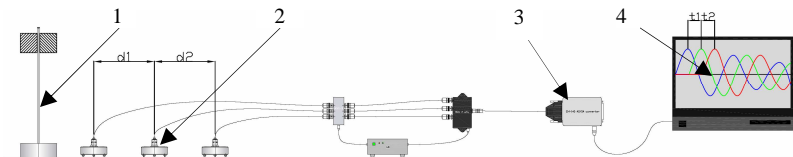
Під дією імпульсного навантаження в структурі дорожнього одягу виникають неперіодичні коливання, тобто ті, що не повторюються у часі та не мають сталих характеристик. Дослідження умов їх розповсюдження та зіставлення різних імпульсів між собою виявляється достатньо ускладненим. Тому дослідження неперіодичних коливань необхідно звести до дослідження гармонічних (найпростіших періодичних) коливань.

Одним з ефективних інструментів аналізу нестационарних сигналів є спектральний аналіз – один з методів обробки сигналів, який дозволяє охарактеризувати частотний склад вимірюваного сигналу. Перетворення Фур'є є математичною основою, яка пов'язує часовий або просторовий сигнал (або ж деяку модель цього сигналу) з його уявленням у частотній області. Важливу роль в спектральному аналізі відіграють методи статистики, оскільки сигнали, як правило, мають випадковий характер або зачумлені при розповсюдженні або вимірюванні. Виходячи з того, що основні статистичні характеристики коливань від дії імпульсного навантаження невідомі, по відрізка сигналу можна отримати тільки оцінку його спектру.

Перетворення Фур'є безперервного в часі сигналу ідентифікує частоти і амплітуди тих комплексних синусоїд (експонент), на які розкладається деяке довільне коливання. Використання такого інструменту аналізу як віконне перетворення Фур'є дозволяє із запису часової залежності комплексної амплітуди коливання отримати часову залежність амплітуд частотних складових коливання. Використання такого аналізу дозволяє визначити параметри розповсюдження поверхневої хвилі Релея, що виникає на поверхні дорожньої конструкції під дією імпульсного навантаження, в частотній області.

Реєстрація часової залежності поверхневої хвилі Релея при польо-

вих випробуваннях можлива за допомогою обладнання (рисунок), що складається з сейсмоприймачів (2), блоку аналого-цифрового перетворювача (3) та портативного комп'ютеру (4) для запису сигналу та його подальшої обробки.



Обладнання для проведення польових вимірювань параметрів поверхневої хвилі

Поверхнева хвиля генерується за допомогою установки ударного навантаження. Реєстрація виконується трьома сейсмоприймачами. Швидкість розповсюдження окремих частотних складників поверхневої хвилі можна визначити за залежністю:

$$V_R(\omega) = \frac{\frac{d1}{t1(\omega)} + \frac{d2}{t2(\omega)}}{2}, \quad (5)$$

де $d1$, $d2$ – відстань між точками встановлення датчиків реєстрації коливань; ω – кругова частота; $t1$, $t2$ – різниця в часі реєстрації складової імпульсу частоти ω .

Для дорожнього одягу з різними значеннями щільності та модуля пружності шарів швидкість розповсюдження пружної хвилі відмінна в частотному діапазоні. Тому визначення швидкості розповсюдження поверхневої хвилі виконується у всьому діапазоні частот. Для реалізації задачі виконується побудова спектрограм записаних часових залежностей з використанням віконного перетворення Фур'є. Обчислений розподіл швидкості поверхневої хвилі в частотному діапазоні формує дисперсійну криву, що відображає залежність швидкості поверхневої хвилі від її частоти.

Згідно з залежністю (2) отримана дисперсійна крива може бути трансформована в залежність швидкості поверхневої хвилі від її довжини. Подальша обробка із застосуванням залежностей (4) і (5) дозволяє побудувати криву розподілу швидкості поперечної хвилі зсуву по глибині дорожньої конструкції. Інтерпретація отриманої кривої розподілу дозволяє визначити товщини шарів конструкції, а застосування залежності (1) пружні сталі матеріалу шарів.

Таким чином, параметри поверхневої хвилі, що розповсюджується-

ся в дорожній конструкції під дією імпульсного навантаження, є достатньо інформативними і можуть бути використані для неруйнівного аналізу параметрів шарів дорожньої конструкції.

1.Heisey, J.S., Stokoe II, K.H. & Meyer, A.H. 1982. Moduli of Pavement Systems from Spectral Analysis of Surface Waves. Transportation Research Record (TRB) No.852, 22-31.

2.Кунщиков Б.К., Кунщикова М.К. Общий курс геофизических методов разведки. – М.: Недра, 1976. – 492 с.

3.Новаковський Д.М., Кияшко І.В. Оцінка методів визначення параметрів дорожньої конструкції, які характеризують її несучу здатність // Вестник ХНАДУ: Сб. науч. тр. Вып.34-35. – Харьков: ХНАДУ, 2006. – С.74-78.

Отримано 16.03.2007

УДК 666.31

Е.В.КОНДРАЩЕНКО, д-р техн. наук, А.А.БАРАНОВА

Харьковская национальная академия городского хозяйства

А.Н.БАРАНОВ, д-р техн. наук

Украинская инженерно-педагогическая академия, г.Харьков

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО

Приводится модель получения полуводного гипса α -модификации в конусообразном реакторе. Рассматриваются вопросы перераспределения температур с целью повышения однородности продукта обжига путем математического моделирования.

По обеспечению экономии материальных и энергетических ресурсов, а также жестких требований по экологии гипсовые материалы и изделия на их основе находятся в более предпочтительном положении по сравнению с другими строительными материалами. Это обусловлено простотой и экологичностью их производства. Из всех видов гипсовых вяжущих материалов наибольший интерес вызывает α -форма строительного гипса, так как он при достаточно высокой прочности относится к низкотемпературным и наименее энергозатратным видам вяжущих.

Получение α -полугидрата при обжиге гипса в потоке газообразного теплоносителя возможно за счет создания необходимого давления в обжиговом аппарате. Давление, при котором температура кипения воды будет выше температуры дегидратации двуводного гипса, создаст условия для образования α -полугидрата, так как при этом вода выделяется в капельножидком состоянии.

Установка диафрагм, вентилях и других аналогичных видов местных сопротивлений в аэродинамическом тракте обжигового аппарата приведет к образованию отложений пылевидного материала и поте-